

# レゴマインドストームによるプログラミング教育

森 大 樹\*

## Programming education by Lego Mindstorms

Taiju Mori

---

【キーワード】 レゴマインドストーム, プログラミング教育  
Programming education, Lego Mindstorms

### 1. はじめに

レゴマインドストームを用いたプログラミング授業や研修は、多くの大学、学校や企業で取り入れられて行われている。レゴマインドストームとは、レゴブロックにより簡単にロボットを組み立てることができ、視覚的なブロックでプログラミングすることで、レゴロボットの動作を学習できるすぐれた教材である。本学でも「コンピュータ・リテラシ」の授業で2013年度から取り入れて取り組んでいる。レゴマインドストームを導入することでどのような効果が期待できるのかをまとめたのが本稿である。ロボット工学のような専門教育ではなく、「コンピュータ・リテラシ」のような一般教育科目で取り扱う意義も考察していきたい。また、授業の最後にアンケートを実施し、レゴロボットによるプログラミング教育にどのような効果があるかを確かめた。

### 2. レゴマインドストーム EV3 の特徴

レゴマインドストームは、レゴブロックを使って組み立てができるロボットである。このマインドストームの開発経緯としては、MIT（マサチューセッツ工科大学）とレゴの共同開発によって誕生したということである。ロボットの中心となるインテリジェントブロック、プログラミング・ソフトウェア、各種センサーも付属するので、ロボット制御の学習ができる扱い

---

所属および連絡先

\* 大阪千代田短期大学

やすいセットになっている。通信機能も利用できるなど、拡張キットを用いればさらに工夫をすることができるようになっている。

1998年に初代マインドストームである「マインドストーム RCX」が登場した。その後、8年が経過して、第2世代の「マインドストーム NXT」が発売された。15年以上の歴史があり、世界中で数百万台が出荷されたという。そして、

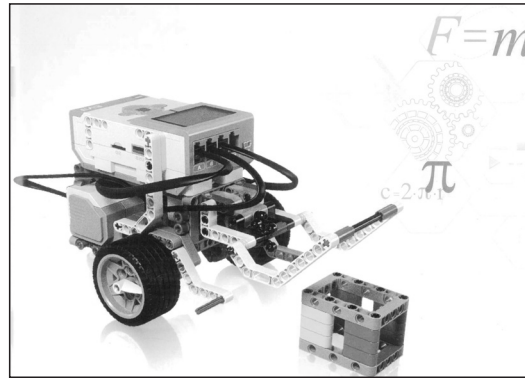


図1 レゴマインドストーム EV3

2013年9月に発売された「レゴマインドストーム EV3」(図1)が登場した。これは第3世代のモデルである。それまでの利用者からフィードバックし、多くの改良が加えられているということである。ハードウェアやソフトウェアの仕様が公開されているので、利用者がさまざまな創意工夫や応用ができるようになっているのも特徴である<sup>1)</sup>。

レゴ公式サイトによれば、「マインドストーム EV3」の特徴は次のようなものが挙げられている<sup>2)</sup>。

#### (1) コンピュータサイエンス (情報技術)

実際にプログラミングし、ロボットを動かすことで、プログラムによる計測と制御やアルゴリズムの学習、論理的思考力、問題解決能力の育成が可能。

#### (2) 科学

センサーの値やリアルタイムデータを収集・グラフ化することで科学実験や検証・分析の授業や学習をサポート。

#### (3) 技術

身の回りのテクノロジーの興味関心の喚起と機構や制御などの知識の習得、正しく動かすための仮設・予測・テスト・分析・改良のプロセスの修得。

#### (4) エンジニアリング (工学)

アイデアからプロトタイプ製作、プランニング、設計、モデリング、テスト、改良などエンジニアが実際に行っているプロセスを実体験できる。問題発見・論理的思考と解決力を育成。

#### (5) 数学

実際にロボットで可視化した数学は、抽象的な概念を具体化させ、より理解を深めることが可能。

このように、レゴマインドストームは、ブロックで簡単に組み立てられるものであると同時

に、様々なレベルで応用学習にも用いることができるようになっている。時間をかけて本格的に作り込むことができる一方で、授業等で初心者学生であっても楽しみながら組み立て、動かすことができよう工夫されている。扱いやすいという意味でも、教育効果という意味でも、レゴマインドストームは教育現場にふさわしいと言える。

プログラミングの視覚化。レゴマインドストームの特徴として、実際にプログラミングできることを挙げた。通常のプログラミングでは、テキストを記述していくことがプログラミングの中心になるが、レゴマインドストームでは、レゴブロックのような部品（図2 プログラミングブロック）をプログラミング・ソフトウェアの中で配置することでプログラミング可能になっている<sup>3)</sup>。これがレゴマインドストームで行うプログラミングの最大の特徴である。初めてプログラミングを経験する学生の場合、通常のテキストファイルに記述していくようなプログラミングでは、英単語の綴りを間違えていないか、記号を付け忘れていないか等、常に気を付けていないとエラーが起

こりやすい。しかし、レゴによるプログラミングでは、例えば、繰り返し処理（ループ）や条件分岐のブロックをマウスで配置して視覚化



図2 プログラミングブロック

することができるので、非常にわかりやすいプログラミング構造になる。これにより、プログラミング初心者でもプログラミングの基礎をわかりやすく楽しく学習できるようになっている<sup>4)</sup>。

### 3. 授業の目的（課題設定）

レゴマインドストームを用いてプログラミング教育を行う際の主な授業の目的には、次のようなものを想定している。

#### （1）自分で考えること

小学校から高等学校までの多くの一律の授業を受けてきた学生にとって、自分で考える機会が不足している。大学に入学してもやはり、「答」は何かをすぐに求める傾向があり、自ら考える能力が足りなれないと感じることが多い。そのために、レゴマインドストームを用いることで、どうしたら改善できるのかを自分で考えてみるが必要になり、思考訓練のよい練習となる。

#### （2）試行錯誤すること

大学生はやはり失敗することを恐れる傾向が強く、そのことが消極的な行動につながるこ

とが多い。学生は、何度も失敗し、試行錯誤を通して改善しようとしたらうまくいくのかということを確かめていくという経験が欠けている。レゴのプログラミングを通して、試行錯誤する場としての機会を提供できる。

#### (3) チームワーク・コミュニケーション力の養成

大学生の学習としても、将来の職業訓練としてもチームワークの学習が欠かせない。職場で同僚や上司の早い段階から相談することに躊躇して、問題が大きくなってから相談するということになっては遅すぎる。日常的に周囲の構成員とコミュニケーションがとれるように、チームワークや協調性の訓練が必要である。レゴマインドストームの授業でチーム分けをして協力し合う中で、レゴを組み立て、プログラミングしていくことでチームワークの訓練にもなっている。

#### (4) プログラミング基礎

プログラミング経験がない学生にとっても、レゴのプログラミングは学習しやすくなっている。レゴブロックのような部品を配置することで視覚的に簡単にプログラミングできる。その際にも、繰り返し処理や条件分岐等のプログラミングの定番の基本的な機能を学習することで、ソフトウェアの原理を学習することができる。

### 4. レゴマインドストームの授業

本学の「コンピュータ・リテラシ」では、レゴマインドストームの授業として90分を2回～3回程度かけて行っている。1クラスの受講生が少ない場合は、90分を2回、受講生が多い場合は2.5回程度の授業回数が少なくとも必要になる。受講生の人数にもよるが、本学ではまだ7台のレゴロボットしかないので、今年度の1クラスあたりの受講生数が30名程度ということもあり、4名に1台のレゴマインドストームセットを使うということになった。もっとレゴの台数があれば、学生2名に1台程度を割り当てたいところではある。

#### (1) レゴロボットの組み立て(1回目)

約4名でチームを構成し、協力しながらレゴを組み立てた(図3 レゴ部品)。付属の指示書に従いながら、最も基本形になるロボットを組み立てる。本学は短大ということもあり、女子学生が多いため、レゴで遊んだ経験のある学生は案外に少なかったようである。その場合には、組み立てに時間がかかり、90分ぎりぎりまで時間を使うチームもあっ



図3 レゴ部品

た。また、男子学生がいるなど、早く組み立てが完成したチームは、残りのパーツを好きなように追加して飾りを付けたりするように、それぞれチームの特色が出るようなロボットを組み立てた。

## (2) レゴプログラミング 4つの課題 (2回目)

### プログラミング課題①

マインドストーム EV3 では、プログラミングパレットから、プログラミングブロックをプログラミングキャンパスにドラッグすることから始める。開始ブロックにプログラミングブロックを近づけるだけでつながっていく。

最初のプログラムは、プログラミング・ソフトウェアの基本操作に慣れるために、「ステアリング」を使って、タイヤが1回転だけまっすぐに進むプログラムを作る。

あるいは、1秒間だけまっすぐに進むプログラムを作る。(図4 ステアリングブロック [回転数]) プログラムが出来上がったら、USBコードをレゴマインドストームに接続して、プログラムをダウンロードする。そして、インテリジェントブロックから操作をしてプログラムを実行する。



図4 ステアリングブロック [回転数]

### プログラミング課題②

2番目のプログラムは、一定の距離を直進させるプログラムである。(図5 ステアリングブロック[秒数]) 廊下の柱から柱までの一定の距離を予め学生に示して、目的地の柱に到達したら自動的に停止するようにプログラムする。先ほどのプログラミング課題①を応用すればすぐにできるはずである。課題①のプログラムは、タイヤ1回転、あるいは1秒間走った後停止するようになっているので、それを修正して、ゴールの柱のあたりまで走行するには、およそ何秒かかるか予測してそれをプログラムに盛り込む。



図5 ステアリングブロック[秒数]

ほとんどの場合、1回ではうまくはゴールの柱で停止しないので、ゴールに届かなければ秒数を増やす、行き過ぎたら秒数を減らすという試行錯誤の作業を行う。プログラムはま

だシンプルであり，どうしたら目的地で停止するかを予想しやすい．これは試行錯誤することの練習である．

### プログラミング課題③

3 番目のプログラムは，超音波センサーを使って 20cm以下まで障害物に近づいたら停止するプログラムである．（図 6 超音波センサーループ）ここで初めてセンサー，繰り返し（ループ）処理，条件分岐（スイッチ）が登場する．

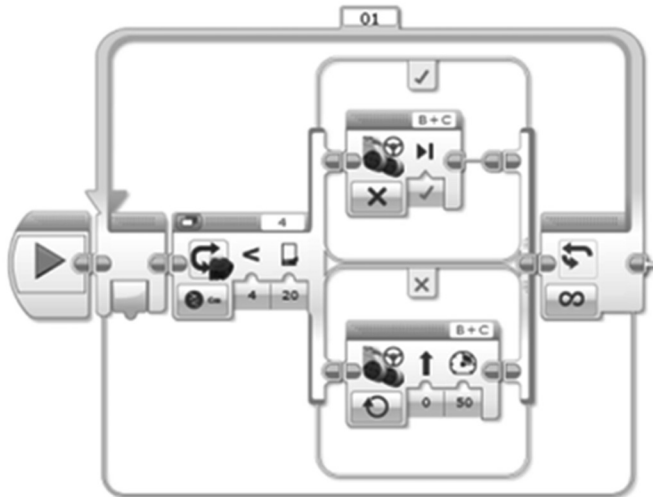


図 6 超音波センサーループ

超音波センサーは，コウモリのように人には聞こえない音を発射し，返ってきた時間で距離を測る．それが 20 センチ以下になっているかどうかで動作を変えるようにプログラムする．最近の自動車では障害物を探知して自動ブレーキをかけるシステムがあるが，これと同じような仕組みになっていることを説明する．学生たちは最新の身近な技術にも応用されている原理を知ることによって，それまでブラックボックスでしかなかったものが，レゴマインドストームのプログラミングを通して身近に理解できるようになる．

条件分岐や繰り返し処理は，プログラムの基本なので詳しく説明をする．プログラミングとしては，条件分岐と繰り返し処理をうまく組み合わせることで，プログラミングの基本構造ができあがるため重要である．

### プログラミング課題④

いよいよ最後のプログラムである．レゴマインドストームの定番プログラムでもあるライトレースである．図 7 のよ

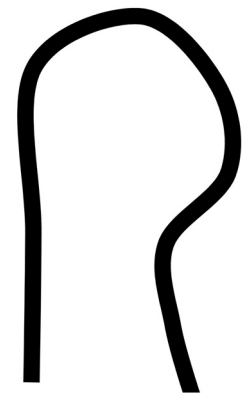


図 7 走行コース

うな走行コースの線に沿って走るようにプログラミングする。このプログラムも課題③のプログラムを修正することで対応可能である。どのようにすれば、黒い線に沿ってレゴを走らせることができるのか。最初はなかなか思いつかないので、ヒントを提供する。(図8 カラーセンサーループ)

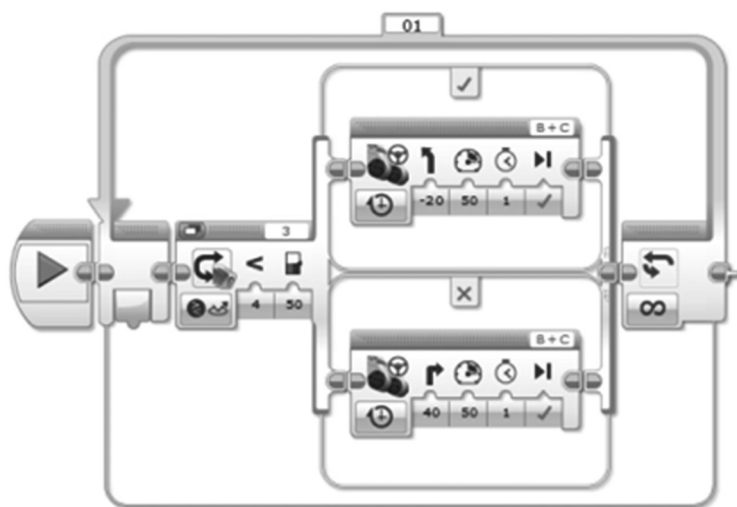


図8 カラーセンサーループ

ヒント①：白と黒を見分けるセンサーがある。実際に使うのは、カラーセンサーである。カラーセンサーは色を識別し、光の強さを判定できる。とくに白か黒かを見分けるには、反射光の強さを基準に判定するとよい。反射光が強ければ、すなわち白であり、反射光が弱ければすなわち黒であると判定できる。この際、その他の色、青とか赤とか、白とか黒とかは判定しなくてもよい。反射光の強弱で白か黒かを判定させる。

ヒント②：単純なプログラムで判定走行が可能であること。白と黒の判定をして、黒であれば左に曲がる、白であれば右に曲がるとすることで、白か黒かを判定しながらその白と黒の境目を走行させるようにする。右に何度、左に何度曲がればよいかは、試行錯誤しながら調整する。まずは完走するようにプログラムを調整する。

ヒント③：コースを完走するようになったら、さらに早くなるように調整する。パワーが最大になっているか、あまりにも短時間で白黒の判定をさせると、完走はしても遅くなるので、早くなるように判定時間を調整する。このコースの場合、最初は直進なので、数秒程度無条件に直進させると早くなる。その他、どうすれば早くなるかを考えて何度も試しながら最適になるように工夫する。

最終的にチーム毎にエントリーして、優勝を目指して競争する。順位を付けることに否定的な意見も一部にはあるようだが、レゴロボットのライントレース競争では、意欲が高まり

持続するために、上位入賞チームを褒めるようにしている。授業では、このライントレース競争は毎回盛り上がる企画である。90分程度の時間では、プログラミングの時間はこのあたりで終了である。受講人数が多いときには、ライントレース競争をするには、90分では時間が足りないことがあるため、3回目に最終レースをすることでどのチームもライントレース競争を経験できるようにした。

## 5. 受講生の感想

授業後にレゴロボットのプログラミングについて、受講生にアンケートを実施した。アンケートは自由記述方式で行い、個人が特定されないように無記名にし、プライバシーに配慮することを事前に説明をしたうえで実施した。このときのアンケート対象の受講生は32名である。

担当する科目である「コンピュータ・リテラシ」の受講生は、大阪千代田短期大学幼児教育科の学生である。幼児教育科の学生であれば、機械系に関わることは今後もあまりないと思われる。これまでも商業科や情報系でもない限り、PCにも関わりが多くない学生たちである。そのような学生たちも、アンケート結果を読むと、レゴ風にブロックでプログラミングすることに興味をいだいたようである。

以下、学生の授業に対する感想の一部抜粋である。

- (1) レゴを組み立てたことはありますが、このようにパソコンからプログラムを組んでレゴに取り入れて動かすという作業をしたのは初めてでした。識別が出来たり、そのためのセンサーを付けたり、新しい発見がたくさんあり、とても新鮮な気持ちで毎回の授業を受けていました。組み立てる作業の際も、同じサイズの図が説明書に書かれてあったりしたので、案外スムーズに組み立てることができました。私は機械系や、ロボット系は苦手なうえに、興味もなかったのですが、この作業で少し楽しいと思うことができました。
- (2) 初めてレゴのロボットを作ってみて、同じような形や大きさのブロックがたくさんあって見分けるのが難しかったです。でもどれだろうかと友達と探しながら一緒に作るのはとても面白かったです。元々ブロックやパズルなど作るのが好きなので楽しく授業を受けることができました。パソコンとロボットを繋いでロボットの動きを変えられるなんて、そんなことが出来るとは知らなかったので驚きました。皆と相談し合いながら作れて楽しかったので、総体的に考えればよかったと思います。
- (3) 作る作業もサクサク進んで、チームの中でも完成するのが早いほうでした。すごく良いチームだったと思います。最初は、プログラミングと聞いて、高校の時にしていたアルファベットをたくさん打ち込むものかと思っていましたが、もっと簡単な感じでわかりやすかったです。繰り返すパーツ、直進のパーツなど組み立ててコースに合わせてプログラムする



のは楽しかったです。私も初めてやったことですが、みんなに頼られてとても嬉しかったし、楽しかったです。速さやパワー、角度を何度も変えて、コースをきちんと線に沿ってゴールしてくれたときはみんなで感動しました。私たちのチームは2位でした。なかなかうまくいかずに困っていたチームも手助けしたらそのチームが1位になっていてびっくりしました。この授業で、自分はこういうことが好きだと再確認できました。

- (4) 機械類はすごく苦手なので、何度も試行錯誤しました。何度やっても思うように動かず、大変でした。みんなと話し合いしたり、何度も走らせたりしてどうすれば早く、正確に走るのか考えるのが楽しかったです。そうするうちに、すごく早く正確に走ってくれました。自分ひとりの力では絶対完走できなかったと思うけど、みんなの力をお互いに分け合うことで最高の走りをするのができたと思います。
- (5) はじめから出来上がっているロボットやおもちゃを小さい時から手にしてきた私だったので、今回組み立てから、最後のプログラミングまで自分たちで作り上げたことがとても新鮮で、とても楽しかったです。1位！
- (6) 機械を作ったり、動かすのは、とても苦手ですが、みんなと考えると、一つの物を作り、出来たときの達成感を味わうことができ、とてもいい経験になりました。わたしのチームは、残念ながら最下位でしたが、みんなで力を合わせて、作ったレゴロボットは結果などではなく、大切なことを教えてくれた気がします。少しレゴにも興味をもてて、簡単なレゴから作るのを始めてみたいと思いました。初めての経験ができて、とてもよかったです。
- (7) レゴ自体はとても興味深く、楽しかったです。チーム分けが散々でした。メンバーを悪く言うつもりはないですが、他のメンバーに言ってもパーツを組み立ててくれなかったり、見るからにやる気がなかったりと、自分ともう一人だけでやったようなものでした。この授業でレゴを取扱い、ちょっとしたプログラミングをするのはいいと思いますが、その際にメンバー分けを少し考える必要があると思います。
- (8) レゴ・ロボットを作るのは初めての体験でした。組立は作り方を見ても意味がわからず、でも同じグループも男の子は「これは、こう」と迷いなく作れていたの、すごいとおもいました。プログラミングも、どうやったら行きたい方向に行けるかととても考えました。試行錯誤を何回もして、行きたい方向に動いたときは嬉しかったです。グループの仲間とも協力したことで自然と団結力も生まれました。最後みんなで競争して、3位以内ではたぶん無理だったけど、コース通りちゃんと完走できてよかったです。
- (9) レゴブロックを自分たちのチームで一から組み立てプログラミングを行いロボが動いたとき、とても愛着がわき嬉しかったです。今回の授業を通して、プログラミングは一見難しいように思うけれど、設定をかえたら全く違う走りをロボが見せてくれるという魅力があり、グループで話し合うことで結束力も高まる面白い授業でした。機会があれば、また

リベンジをしたいです。

## 6. 結 論

工学系の専門科目の授業ではなく、一般教育科目の「コンピュータ・リテラシ」の授業であっても、上記の授業感想から、レゴロボットを用いた授業は、受講生たちは概ね興味を持ち、積極的に授業に参加したと言える。本学のような女子が多い短期大学であっても、機械系が苦手という学生であっても、チームの仲間たちと協力しながら、ログブロックをひとつひとつ組み立て、プログラミングしてコースを完走させることができると、仲間と協力したことでさらに達成感が得られている。

授業の目的とした（１）自分で考えること、（２）試行錯誤すること、（３）チームワーク・コミュニケーション力の養成は、授業の感想を見てみると、コース通りに走らせることは難しいと感じながらも、チームの仲間と協力しながら、何度も試行錯誤してプログラムを修正し、すべてのチームが完走させることができるようになっていたことから、よい訓練になったと言える。レゴマインドストームが、楽しみながら仲間と協同するよい契機になっている。そのことを受講生自身も自覚して取り組んでいることがわかる。

また、授業の目的の（４）プログラミング基礎の学習については、90分という短い限られた時間の中で考えるなら、条件分岐や繰り返し処理の完全な理解とは言えないまでも、プログラミング初歩の体験としては十分に機能していると言える。一般教育科目の授業として、レゴに取り組んでいるので、プログラミング技術にはそれほど深入りせずに、むしろ上記授業の目的の（１）自分で考えること、（２）試行錯誤すること、（３）チームワーク・コミュニケーション力の養成といったことに重点を置いて進めていきたい。

また課題としては、まさに目的としたことが、十分に組み合わせていない受講生が一部にいることである。授業感想にもあったが、チームで協力することが十分に組み合わせていない場合である。その場合は、チームの分け方が不満となり、チーム分けには仲良しグループで組ませてほしいという要望が出てくることである。仲良しグループで課題に取り組めば、当人たちにとっては進めやすいかもしれないが、普段あまり関わりの少ない人たちと一緒に課題に取り組み、チームワークを育てる訓練にはならない。今後の課題としては、受講生同士の協調性や協力しながら課題に取り組む姿勢を今後もさらに工夫させていく必要がある。

### <注>

1) PC Watch レゴ,「教育版レゴ マインドストーム EV3」～9月の発売に先駆け、記者体験会を開催～

(2013/4/26 15:52) [http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/20130426\\_597692.html](http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/20130426_597692.html)

- 2) LEGO オフィシャルサイト STEM 学習 (様々な学習, 様々なレベルに対応する教育版レゴ マインド ストーム EV3) 2015 年 10 月 26 日現在 <https://education.lego.com/ja-jp/learn/middle-school/mindstorms-ev3/subject-focus>
- 3) ソフトウェア「教育版レゴ マインドストーム EV3 Education バージョン 1.0.1」に基づいて記述している.
- 4) 株式会社アフレル『教育版 EV3 ソフトウェア プログラミングガイド』2013 年 8 月 1 日